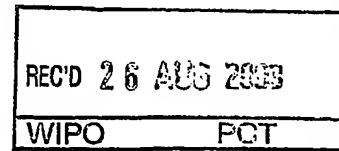


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 32 423.9

Anmeldetag: 17. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: GE Wind Energy GmbH, Salzbergen/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage
und Windenergieanlage zum Ausführen derartiger
Verfahren

IPC: F 03 D, H 02 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Stech

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

Dipl.-Ing. H. Leinweber († 1976)
Dipl.-Ing. Heinz Zimmermann
Dipl.-Ing. A. Gf. v. Wengersky
Dipl.-Phys. Dr. Jürgen Kraus
Dipl.-Ing. Thomas Busch
Dipl.-Phys. Dr. Klaus Seranski

Rosental 7
D-80331 München
TEL +49-89-23 11 24-0
FAX +49-89-23 11 24-11

den

Unser Zeichen

ksok

GE Wind Energy GmbH
Holsterfeld 16
48499 Salzbergen

**VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WINDENERGIEANLAGE UND
WINDENERGIEANLAGE ZUM AUSFÜHREN DERARTIGER VERFAHREN**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem von einer Einspeisungseinrichtung mit Läuferströmen gespeiste Läuferwicklungen eines an ein Spannungsnetz gekoppelte Ständerwicklungen aufweisenden Asynchrongenerators mit einem Rotor der Windenergieanlage angetrieben werden, die Frequenzen der eingespeisten Läuferströme in Abhängigkeit von der Läufer-Drehfrequenz gesteuert und die Einspeisungseinrichtung bei vorgegebenen Änderungen der Netzspannungsamplituden elektrisch von den Läuferwicklungen entkoppelt wird sowie eine zur Ausführung derartiger Verfahren betreibbare Windenergieanlage.

Windenergieanlagen sind extremen, kurzfristigen Schwankungen des Angebots an Primärenergie durch Windböen unterworfen. Aus diesem Grund werden zur Erzeugung elektrischer Energie mit Hilfe von Windenergieanlagen üblicherweise Generatoren mit variabler Drehzahl eingesetzt, weil die Energie von Windböen bei Verwendung derartiger Generatoren nicht unmittelbar in das Netz eingeleitet, sondern durch Drehzahländerungen in

den Schwungmassen der Windenergieanlage gespeichert werden kann. Auf diese Weise können die mechanischen Belastungen der Windenergieanlage im Vergleich zu Anlagen mit starrer Drehzahl deutlich reduziert und die mechanischen Teile entsprechend leichter und kostengünstiger ausgeführt werden. Als Generatoren mit variabler Drehzahl werden üblicherweise Asynchrongeneratoren eingesetzt, deren Ständerwicklungen direkt an das Spannungsnetz gekoppelt sind und deren Läuferwicklungen von dem Rotor der Windenergieanlage angetrieben und mit Hilfe geeigneter Umrichter mit Läuferströmen gespeist werden. Dabei werden die Frequenzen der eingespeisten Läuferströme so gesteuert, daß die Summe aus Läuferdrehfrequenz und Läuferstromfrequenz immer gleich der Netzfrequenz ist. Zur Speisung der Läuferwicklungen können sowohl an das Netz gekoppelte Direktumrichter als auch Spannungszwischenkreis-Umrichter mit einem netzseitigen Netzumrichter und einem über einen induktiven und/oder kapazitiven Blindwiderstand daran gekoppelten Rotorstromrichter eingesetzt werden.

Sowohl beim Einsatz von Direktumrichtern als auch beim Einsatz von Spannungszwischenkreis-Umrichtern tritt das Problem auf, daß beispielsweise bei durch Kurzschlüsse im Netz verursachten Änderungen der Netzspannungsamplituden große Spannungsunterschiede zwischen Netz und Ständerwicklungen auftreten, welche wiederum einen starken Stromanstieg der direkt an das Netz gekoppelten Ständerwicklungen bewirken. Diese starken Stromanstiege in den Ständerwicklungen werden verursacht, weil der Asynchrongenerator bei der Änderung der Netzspannungsamplitude üblicherweise voll erregt ist und permanent mechanische Energie über den Rotor eingeleitet wird. Der bei Netzspannungsänderungen auftretende starke Stromanstieg in den Ständerwicklungen führt zu hohen Induktionsspannungen in den Läuferwicklungen, welche wiederum eine Schädigung der zur Einspeisung des Läuferstroms eingesetzten Umrichter verursachen können. Bei Einsatz eines Spannungszwischenkreis-Umrichters können die Inversdioden des Läuferstromrichters durch die von den in den Läuferwicklungen induzierten Spannungen bewirkten hohen Ströme vollständig zerstört werden. Aus diesem Grund wird die zur Einspeisung der Läuferströme eingesetzte Einspeisungseinrichtung bei bekannten Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage mit einem Asynchrongenerator bei Änderungen der Zwischenkreisspannung, insbesondere bei durch Kurzschlüsse verursachten Netzspannungseinbrüchen üblicherweise von den Läuferwicklungen entkoppelt, um so eine Beschädigung der Einspeisungseinrichtung bzw. Umrichter durch die in den Läuferwicklungen induzierten Spannungen bzw. Ströme zu vermeiden. Nach Stabilisierung der Netzspannung wird die Läuferstromspeisung bei den bekannten Verfahren zur Außerregung des Asynchronge-

nerators und erneuten Synchronisierung mit dem Netz wieder aufgenommen. Derartige Verfahren sind beispielsweise beschrieben in „Siemens - Energietechnik 5 (1983) Heft 6, S. 364 - 367: Einsatz einer doppelt gespeisten Asynchronmaschine in der großen Windenergieanlage Grovian. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift hinsichtlich der Entkopplung eines Umrichters von den Läuferwicklungen wird hiermit durch ausdrückliche Inbezugnahme in diese Beschreibung aufgenommen. Die Dauer der Unterbrechung des Betriebs des Asynchrongenerators zwischen dem Netzspannungseinbruch, welcher zum Abfall der Netzspannungsamplitude auf 15 % des Sollwertes führen kann, und der Wiederkehr der Netzspannung auf beispielsweise etwa 80 % des Sollwertes beträgt üblicherweise nur wenige Sekunden, so daß der durch diese Unterbrechung auftretende Verlust keine nennenswerte Reduzierung des Gesamtwirkungsgrads der Windenergieanlage bedeutet.

Mit zunehmendem Einsatz regenerativer Energiequellen, wie etwa Windenergieanlagen, zur Stromerzeugung tritt jedoch das Problem auf, daß sich die Dauer der Netzspannungseinbrüche deutlich erhöht, weil nicht genügend Leistung zur raschen Stabilisierung der Netzspannung nach beispielsweise durch einen Kurzschluß verursachten Netzspannungseinbrüchen bereitgestellt werden kann.

Angesichts dieser Probleme im Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Weiterbildung der bekannten Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage bereitzustellen, mit der die Windenergieanlage ohne Gefährdung ihrer elektrischen Komponenten auch zur Stabilisierung der Netzspannung nach Netzspannungseinbrüchen benutzt werden kann, sowie zur Ausführung derartiger Verfahren einsetzbare Windenergieanlagen bereitzustellen.

In verfahrensmäßiger Hinsicht wird diese Aufgabe durch eine Weiterbildung der bekannten Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage gelöst, welche im wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, daß die Läuferströmeinspeisung nach der durch die Änderung der Netzspannungsamplitude verursachten Entkopplung der Einspeisungseinrichtung wieder aufgenommen wird, sobald die durch diese Änderung in den Läuferwicklungen erzeugten Ströme auf einen vorgegebenen Wert abgefallen sind.

Diese Weiterbildung geht auf die Erkenntnis zurück, daß die bei einem Netzspannungseinbruch in den Läuferwicklungen induzierten hohen Ströme nach Entkoppeln der zur Einspeisung der Läuferströme eingesetzten Umrichter, beispielsweise durch Kurzschließen

der Läuferwicklungen über einen niederohmigen Widerstand innerhalb von 50 bis 150 msec abklingen, so daß die Läuferstromeinspeisung nach dieser kurzen Zeit ohne Gefährdung der Umrichter wieder aufgenommen werden kann. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Tatsache, daß selbst bei einem Netzspannungseinbruch auf 15 % des Sollwertes noch eine zuverlässige Erfassung der Phasenlage und der Nulldurchgänge möglich ist, kann sofort nach Abklingen der in den Läuferwicklungen induzierten Ströme über entsprechende Steuerung der Amplituden- und Phasenlage der eingespeisten Läuferströme ein geregelter Einspeisebetrieb der Windenergieanlage in das Netz aufgenommen werden. Dadurch trägt die Windenergieanlage zur Stabilisierung der Netzspannung bei, welche nach Netzspannungseinbrüchen üblicherweise für einen Zeitraum von bis zu 500 msec auf einem Wert von etwa 15 % der Netzspannung verharren kann, so daß nach Abklingen der induzierten Ströme in den Läuferwicklungen noch ein Zeitraum von mehr als 300 msec verbleibt, in dem die Windenergieanlage zur Stabilisierung der Netzspannung beitragen kann, bevor der Wiederanstieg der Netzspannung zu einem erneuten Anstieg der in den Läuferwicklungen induzierten Ströme führt, welche eine erneute Entkopplung der Einspeisungseinrichtung bzw. Umrichter von den Läuferwicklungen zur Vermeidung von Beschädigungen erforderlich machen kann.

Während dieses Zeitraums kann ein Vielfaches des Anlagennennstroms in das Netz bzw. in den den Netzspannungseinbruch verursachenden Kurzschluß eingespeist werden.

Grundsätzlich kann die Wiederaufnahme der Läuferstromeinspeisung unter Berücksichtigung einer vorgegebenen Zeitkonstante erfolgen. Im Hinblick auf eine Erhöhung der Anlagensicherheit hat es sich jedoch als besonders zweckmäßig erwiesen, wenn die Läuferströme 2- oder 3-phasig oder der gleichgerichtete Strom einphasig erfaßt wird und die Wiederaufnahme der Rotorstromeinspeisung erst dann erfolgt, wenn die so erfaßten Ströme auf einen vorgegebenen Wert abgefallen sind. Zur Erfassung der Ströme können Strombildner (stromkompensierte Wandler) eingesetzt werden.

Bei der Netzspannungswiederkehr muß mit einem Anstieg der Netzspannungsamplitude auf den Sollwert innerhalb von weniger als einer Millisekunde gerechnet werden. Dadurch kann eine Gleich- und eine 50 Hz-Wechselspannung in den Läufer induziert werden, welche eine erneute Entkopplung der Läuferwicklungen von der Einspeisungseinrichtung, beispielsweise durch Kurzschließen der Läuferwicklungen erforderlich machen kann. Der Generator wird über die quasi kurzgeschlossenen Rotorwicklungen teilentregt. Das

bedeutet, daß die Gleichkomponente sich abbaut und die 50 Hz-Wechselkomponente aber je nach momentaner Rotordrehzahl noch wirksam ist. Wenn zum Zeitpunkt des Netzspannungseinbruchs (Eintritt der Netzunterspannung) die Drehzahl der Windenergieanlage im untersynchronen Bereich war, führt die Netzspannungswiederkehr dazu, daß die kurzgeschlossene Maschine versucht, motorisch zur Synchrondrehzahl hochzufahren. Das bedeutet, daß die Windenergieanlage bei Netzspannungswiederkehr Strom beziehen kann. Wenn sich die Drehzahl der Windenergieanlage zum Zeitpunkt des Netzspannungseinbruchs (Eintritt der Netzunterspannung) im übersynchronen Bereich befand, führt die Netzspannungswiederkehr dazu, daß die kurzgeschlossene Maschine generatorisch zur Synchrondrehzahl heruntergefahren wird. Das bedeutet, daß die Windenergieanlage bei Netzspannungswiederkehr Strom liefert. Ist die Amplitude des Rotorstroms nach 100 bis 200 msec genügend weit abgeklungen, kann die Läuferstromeinspeisung im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Netzspannungswiederkehr erneut aufgenommen werden.

Wie vorstehend bereits erläutert, hat es sich im Rahmen der Erfindung als besonders günstig erwiesen, wenn die Läuferwicklungen zur Entkopplung von der Einspeiseeinrichtung kurzgeschlossen werden, damit die in den Läuferwicklungen induzierten Ströme besonders schnell abklingen können. Dazu kann eine sogenannte „crow bar“ eingesetzt werden, welche die Läuferwicklungen über einen niederohmigen Widerstand, insbesondere Scheinwiderstand, kurzschließt und somit die Erregung aus der Maschine nimmt. Die crow bar kann beispielsweise in Form einer halbgesteuerten B6-Brücke verwirklicht werden. Bei Einsatz eines Spannungszwischenkreis-Umrichters kann gleichzeitig der Läuferstromrichter gesperrt werden, während der Netzumrichter am Netz bleibt und Scheinleistung liefert. Wie vorstehend bereits erläutert, klingen in diesem Fall der Rotor und der Starterstrom abhängig vom Widerstand innerhalb von 50 bis 150 msec ab.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung zum Steuern der Amplituden- und/oder Phasenlage der in die Läuferwicklungen eingespeisten Ströme ausgelegt. Durch Änderung der Phasenlage können Wirk- und Blindleistung des Asynchronogenerators unabhängig voneinander geregelt werden.

Nachstehend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung, auf die hinsichtlich aller erfindungswesentlichen und in der Beschreibung nicht genauer erläuterten Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird, erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage mit doppelt gespeistem Asynchrongenerator und Umrichter im Läuferkreis,

Fig. 2 eine Detaildarstellung des in Fig. 1 dargestellten Schaltbildes und

Fig. 3 den typischen zeitlichen Verlauf eines Netzspannungseinbruchs.

Gemäß Fig. 1 umfaßt eine erfindungsgemäße Windenergieanlage einen um eine im wesentlichen horizontale Rotorachse drehbar gelagerten Rotor 10, der über ein Getriebe 20 an einen insgesamt mit 30 bezeichneten Asynchrongenerator gekoppelt ist. Der Asynchrongenerator umfaßt an das Netz gekoppelte Ständerwicklungen 32 sowie über das Getriebe 20 an den Rotor 10 gekoppelte Läuferwicklungen 34.

Die Drehfrequenz des Läufers 34 wird mit einem Sensor 40 erfaßt. Mit einem insgesamt mit 50 bezeichneten Umrichter werden Läuferströme in die Läuferwicklungen eingespeist. Der Umrichter 50 umfaßt einen netzseitigen Netzstromrichter 52 sowie einen über eine Gleichspannungsschaltung 56 daran gekoppelten läuferseitigen Läuferstromrichter 54. Ferner ist ein als sogenannter „crow bar“ ausgeführtes Kurzschlußelement 60 vorgesehen, mit dem die Wicklungen des Läufers 34 über einen niederohmigen Widerstand kurzgeschlossen werden können. Der die Drehfrequenz des Läufers 34 erfassende Sensor 40 ist mit dem läuferseitigen Läuferstromrichter 54 verbunden, um so eine Steuerung der Frequenz der in die Läuferwicklungen eingespeisten Ströme in Abhängigkeit von der Läufer-Drehfrequenz zu ermöglichen.

Gemäß Fig. 2 zerfällt ein typischer Netzspannungseinbruch in drei Phasen. In einer ersten Phase fällt die Netzspannungsamplitude sehr rasch innerhalb von weniger als einer Millisekunde auf einen Wert von bis zu 15 % des Sollwertes ab. In einer zweiten Phase mit einer Dauer von bis zu 3 Sekunden verharrt die Netzspannungsamplitude auf diesem niedrigen Wert. Schließlich erfolgt in einer dritten Phase mit einer Dauer von 50 - 150 msec die Netzspannungswiederkehr auf einen Wert von etwa 80 % des Sollwertes oder mehr.

Während des Netzspannungseinbruchs in der ersten Phase muß der Umrichter 50, insbesondere der läuferseitige Läuferstromrichter 54 vor einer Beschädigung durch in den Läuferwicklungen induzierte Ströme geschützt werden. Dazu werden die Läuferwicklungen in dieser ersten Phase über das Kurzschlußelement 60 kurzgeschlossen und der Läufer-

stromrichter 54 gesperrt. Nach Abklingen der induzierten Ströme in den Läuferwicklungen innerhalb von 50 bis 150 msec wird die Läuferstromeinspeisung über den läuferseitigen Läuferstromrichter 54 wieder aufgenommen, in dem das Kurzschlußelement („crow bar“) wieder ausgeschaltet und der Rotorstromgleichrichter wieder freigegeben wird. Danach steht die Windenergieanlage wieder zur Stabilisierung der Netzspannung zur Verfügung. Bei der Netzspannungswiederkehr in der dritten Phase kann ggf. eine erneute Entkopplung des Umrichters von den Läuferwicklungen erfolgen, um so eine Beschädigung des Umrichters durch während der Spannungswiederkehr in den Läuferwicklungen induzierte Ströme zu verhindern.

Wie in Fig. 2 dargestellt, kann das Kurzschlußelement 60 („crow bar“) in Form einer B6-Brücke verwirklicht sein. In diesem Fall kann das Abklingen der gleichgerichteten Läuferströme über einen Strombildner-Widerstand 62 in der B6-Brücke erfolgen. Sobald die Zwischenkreisspannung in dem Umrichter 50 bedingt durch zu hohe Läuferströme einen vorgegebenen Wert überschreitet, wird die als B6-Brücke ausgeführte crow bar gezündet. Dann läuft die gleiche Prozedur ab, wie bei einem Netzkurzschluß. Sollte durch kurzfristige Netzunterspannung ein zu großer Strom im Rotor auftreten, verhält sich die Anlage wirklich wie bei einem Netzkurzschluß.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem von einer Einspeisungseinrichtung mit Läuferströmen gespeiste Läuferwicklungen eines an ein Spannungsnetz gekoppelte Ständerwicklungen aufweisenden Asynchrongenerators mit einem Rotor der Windenergieanlage angetrieben werden, die Frequenzen der eingespeisten Läuferströme in Abhängigkeit von der Läufer-Drehfrequenz gesteuert und die Einspeisungseinrichtung bei vorgegebenen Änderungen der Netzspannungsamplituden elektrisch von den Läuferwicklungen entkoppelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Läuferstromspeisung nach der durch die Änderung der Netzspannungsamplitude verursachten Entkopplung wieder aufgenommen wird, sobald die durch diese Änderung in den Läuferwicklungen erzeugten Ströme auf einen vorgegebenen Wert abgefallen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Läuferströme über einen an die Netzspannung gekoppelten Umrichter, insbesondere Spannungswillkührkreis-Umrichter mit einem läuferseitigen Läuferstromrichter und einem netzseitigen Netzumrichter, eingespeist werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Netzumrichter bei der Entkopplung an das Netz gekoppelt bleibt und der Läuferstromrichter gesperrt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Läuferwicklungen bei der Entkopplung kurzgeschlossen werden.
5. Windenergieanlage zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem mindestens ein Rotorblatt aufweisenden und bzgl. einer etwa horizontal verlaufenden Rotorachse drehbar gelagerten Rotor, einem Asynchrongenerator, dessen Läuferwicklungen an den Rotor gekoppelt und dessen Ständerwicklungen an ein Spannungsnetz koppelbar sind, einer Einspeisungseinrichtung zum Einspeisen von Strömen in die Läuferwicklungen, einer Steuereinrichtung zum Steuern der Frequenz der eingespeisten Ströme in Abhängigkeit von der Läufer-Drehfrequenz und einer zum elektrischen Entkoppeln der Einspeisungseinrichtung von den Läuferwicklungen bei Änderungen der Netzspannungsamplituden betreibbaren Sicherungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherungseinrichtung eine Freigabeanordnung aufweist, mit der die Läuferstromspeisung nach der Entkopplung wieder freigegeben wird, sobald die durch die die Ent-

kopplung auslösende Änderung der Netzspannungsamplitude in den Läuferwicklungen erzeugten Ströme auf einen vorgegebenen Wert abgefallen sind.

6. Windenergieanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor über ein Getriebe an die Läuferwicklungen gekoppelt ist.

7. Windenergieanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisungseinrichtung einen an die Netzspannung gekoppelten Umrichter aufweist.

8. Windenergieanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Umrichter ein Spannungszwischenkreis-Umrichter mit einem läuferseitigen Läuferstromrichter und einem netzseitigen Netzstromrichter ist.

9. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherungseinrichtung ein zum Kurzschließen der Läuferwicklungen betreibbares Kurzschlußelement („crow bar“) aufweist.

10. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung zum Steuern der Amplituden- und/oder der Phasenlage der in die Läuferwicklungen eingespeisten Ströme ausgelegt ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Windenergieanlage, bei dem von einer Einspeisungseinrichtung mit Läuferströmen gespeiste Läuferwicklungen eines an ein Spannungsnetz gekoppelte Ständerwicklungen aufweisenden Asynchrongenerators mit einem Rotor der Windenergieanlage angetrieben werden, die Frequenzen der eingespeisten Läuferströme in Abhängigkeit von der Läufer-Drehfrequenz gesteuert und die Einspeisungseinrichtung bei vorgegebenen Änderungen der Netzspannungsamplituden elektrisch von den Läuferwicklungen entkoppelt wird und bei dem die Läuferstromspeisung nach der durch die Änderung der Netzspannungsamplitude verursachten Entkopplung wieder aufgenommen wird, sobald die durch diese Änderung in den Läuferwicklungen erzeugten Ströme auf einen vorgegebenen Wert abgefallen sind.

Fig. 1

Fig. 1

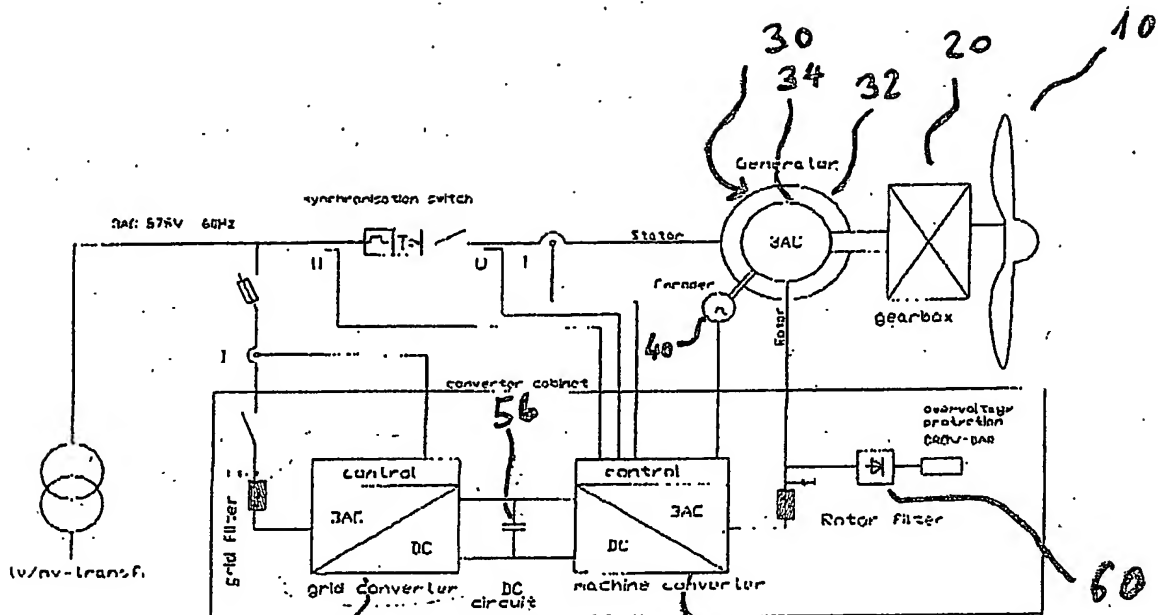


Bild1 WEA mit „doppeltgespeister ASM und Umrichter im Läuferkreis „

Fig. 2

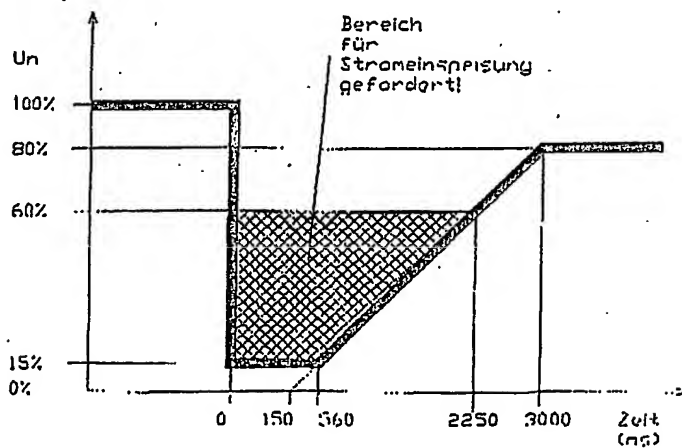
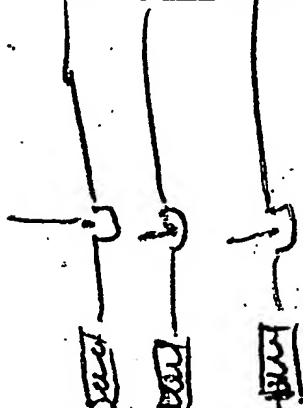
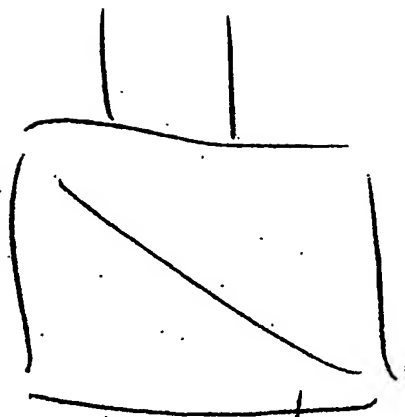


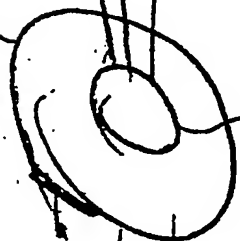
Bild 4a Spannungstrichter Pkt. 2.6 der E-ON Forderungen

Fig. 3

54

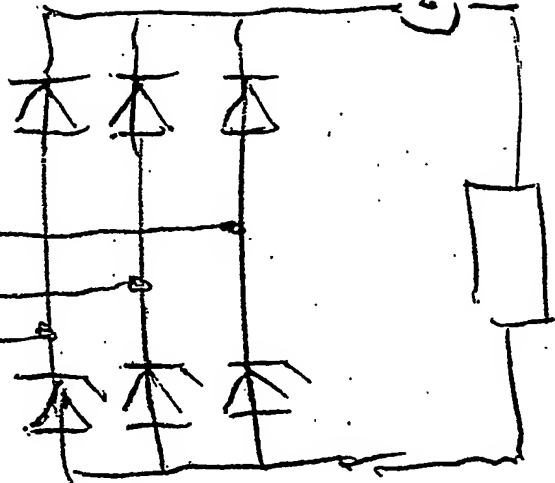


32



34

60



62

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.